

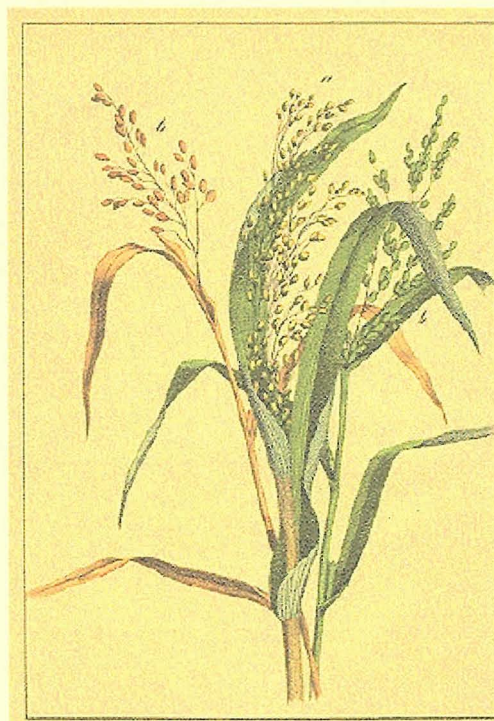
UPR 59 ECOTROP
Modélisation Intégrative
CIRAD - Département AMIS

TA 40/01 – Avenue Agropolis
34398 Montpellier cedex 5

CENTRE FRANÇAIS DU RIZ
Mas du Sonnailler
13200 - Arles

Rapport d'activités

Campagne 2005



Incidence de l'environnement physique et de l'itinéraire technique sur la qualité et l'homogénéité des grains de riz.

Denis Fabre, UPR 59, CIRAD - Département AMIS
TA 40/01, Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5
Tél : 04 67 61 71 40 (Fax 04 67 61 57 42) - Email : denis.fabre@cirad.fr

[2006]



UPR 59 ECOTROP

Modélisation Intégrative

CIRAD - Département AMIS

TA 40/01 – Avenue Agropolis
34398 Montpellier cedex 5

CENTRE FRANÇAIS DU RIZ

Mas du Sonnailler
13200 - Arles

Rapport d'activités

Campagne 2005



Incidence de l'environnement physique et de l'itinéraire technique sur la qualité et l'homogénéité des grains de riz.

Denis Fabre, UPR 59, CIRAD - Département AMIS

TA 40/01, Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5

Tél : 04 67 61 71 40 (Fax 04 67 61 57 42) - Email : denis.fabre@cirad.fr

1- Rappel des objectifs :

Les travaux menés au cours de l'année passée sur la compréhension du remplissage des grains avaient apporté de nouveaux éléments et précisions, notamment au niveau de la compétition du riz avec les adventices (*Echinochloa crus-galli*), ainsi que sur l'impact des différents modes d'apports d'azote en fertilisation minérale.

L'axe de recherche pour 2005 est résolument orienté dans une optique riz biologique et vient appuyer d'un point de vue physiologique par la méthodologie « histograins », les études en cours dans ce domaine.

Ce type d'agriculture fait face entre autres à une maîtrise difficile des mauvaises herbes, qui constituent l'un des principaux facteurs limitant le rendement du riz.

Il était donc nécessaire cette année de poursuivre ce type d'étude afin d'approfondir les résultats et la connaissance des espèces adventices du riz tant dans le domaine physiologique qu'agronomique, afin d'estimer au mieux leurs impacts sur la culture. Cela permettra à terme de contrôler efficacement leur développement.

Pour ce volet, nous avons travaillé conjointement avec l'équipe riziculture du Cirad, sur un essai spécifique:

1.1. Impact des adventices sur la culture du riz et poursuite de l'étude :

Caractérisation de la dynamique du remplissage des grains, à travers l'étude d'une autre mauvaise herbe à fréquence élevée du groupe des triangles (*Scirpus maritimus*). La variété de riz testée sera la même que l'année passée, à savoir *Ruille*.

La gestion de la fertilisation azotée a révélé lors de la campagne 2004 de fortes disparités sur le remplissage (voir rapport activité D.Fabre 2004), suivant le mode de gestion de l'apport d'azote minéral incorporé dans le sol. Nous avons mené cette année une étude assez similaire, en étudiant l'impact suivant le mode d'apport en fertilisation organique sur des parcelles conduites de façon « bio ». Cet essai rentre dans le cadre de la mise au point de référence sur la conduite de la fertilisation organique dans le cadre du développement de la riziculture biologique en Camargue. Il a notamment pour objectif de comparer l'efficacité en terme de valorisation de ces engrais, face aux engrais minéraux.

1.2. Compléter l'étude sur la fertilisation azotée par l'approche étude du remplissage, mais cette fois-ci en fertilisation organique. Cet essai, mené conjointement avec JC.Mouret (UMR innovation) rentre dans le cadre de la mise au point de référence dans le cadre du développement de la riziculture biologique en Camargue.

2 – Rapport détaillé

2.1. Évaluation de l'effet de la densité de *Scirpus Maritimus* sur la distribution du remplissage et le profil biométrique des grains :

Le scirpe maritime (nom commun « triangle ») (*Scirpus maritimus*, famille Cypéracée, fig.1) est une des hélrophytes dominantes en Camargue. Sa taille varie de 30 à 100cm. Il présente une tige à section triangulaire et des feuilles alternes linéaires fines (3 à 10mm), sillonnées et raides. Chez cette espèce qui se reproduit majoritairement de manière clonale, les tubercules constituent des organes de réserves très importants puisque celles-ci sont utilisées par la plante lors de la période de croissance.



Fig.1 : Photo de *Scirpus maritimus*

Pour rappel, nous avons étudié l'année passée l'espèce *Echinochloa crus-galli*, espèce annuelle au métabolisme C4 de hauteur moyenne variant de 20 à 200cm. Ses feuilles sont plus larges et couvrantes, plus compétitive que le riz par rapport à la lumière. Cette graminée peut être facilement distingué du riz car ses feuilles ne présentent pas de ligule, et sa tige est aplatie à ronde (fig.2)

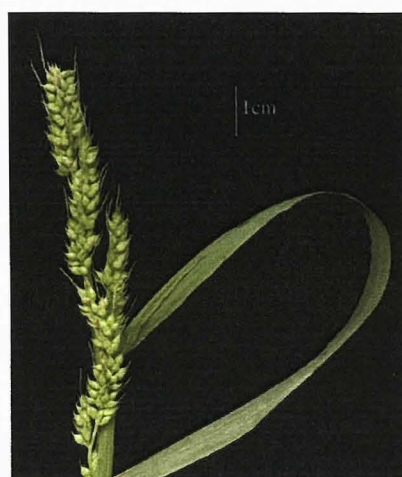


Fig.2 : Photo de *Echinichloa crus-galli*

2.1.1. Dispositif expérimental

La parcelle expérimentale choisie où a été conduit l'essai *Scirpus* a été la parcelle n°2 du Mas du Sonnailler (fig.3). Celle-ci est constituée de 28 parcelles élémentaires de 4m², randomisées en quatre blocs.

Au sein de chacune de ces parcelles élémentaires, 4 placettes d'un quart de mètre carré ont été identifiées, sur lesquelles les mesures ont été effectuées.

Au total, 6 traitements et 4 répétitions ont été définis avec un pourcentage variable de *Scirpus maritimus* à une densité fixe de riz de 100 plantes/m². La variété de riz choisie pour l'étude étant Ruille, comme pour l'année précédente ou l'objet d'étude était *Echinochloa crus-galli* (2004).

T0 : Traitement témoin désherbé. Densité de riz à 100 plantes/m²

T1 : *Scirpus maritimus* à une densité de 1 pl/m² (0,99% de la population totale de la parcelle)

T2 : *Scirpus maritimus* à une densité de 4 pl/m² (3,8% de la population totale de la parcelle)

T3 : *Scirpus maritimus* à une densité de 8 pl/m² (7,4% de la population totale de la parcelle)

T4 : *Scirpus maritimus* à une densité de 16 pl/m² (13,8% de la population totale de la parcelle)

T5 : *Scirpus maritimus* à une densité de 36 pl/m² (26,5% de la population totale de la parcelle)

La parcelle a été fertilisée par apport d'engrais NPK (15.15.15) en trois apports fractionnés :

- apport en fond le 14/04/05 : 50U
- apport en couverture le 17/06/05 : 50U
- apport en couverture le 08/07/05 : 50U

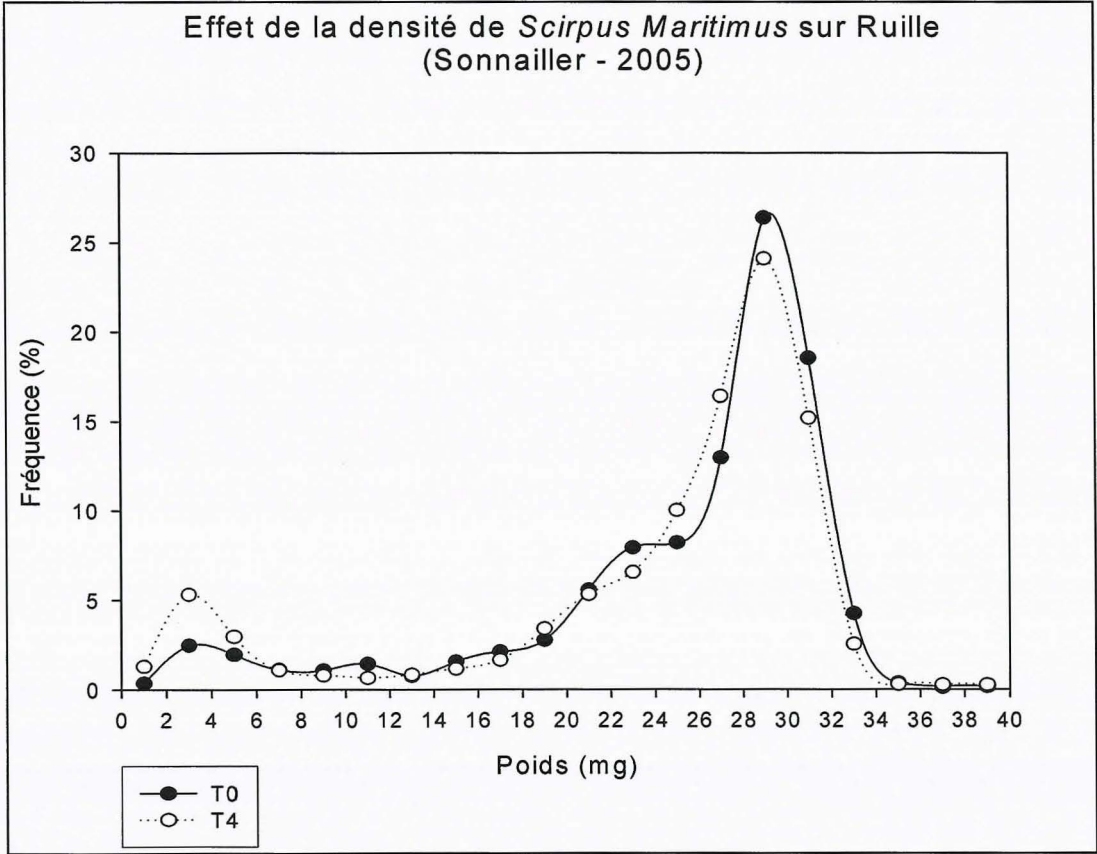
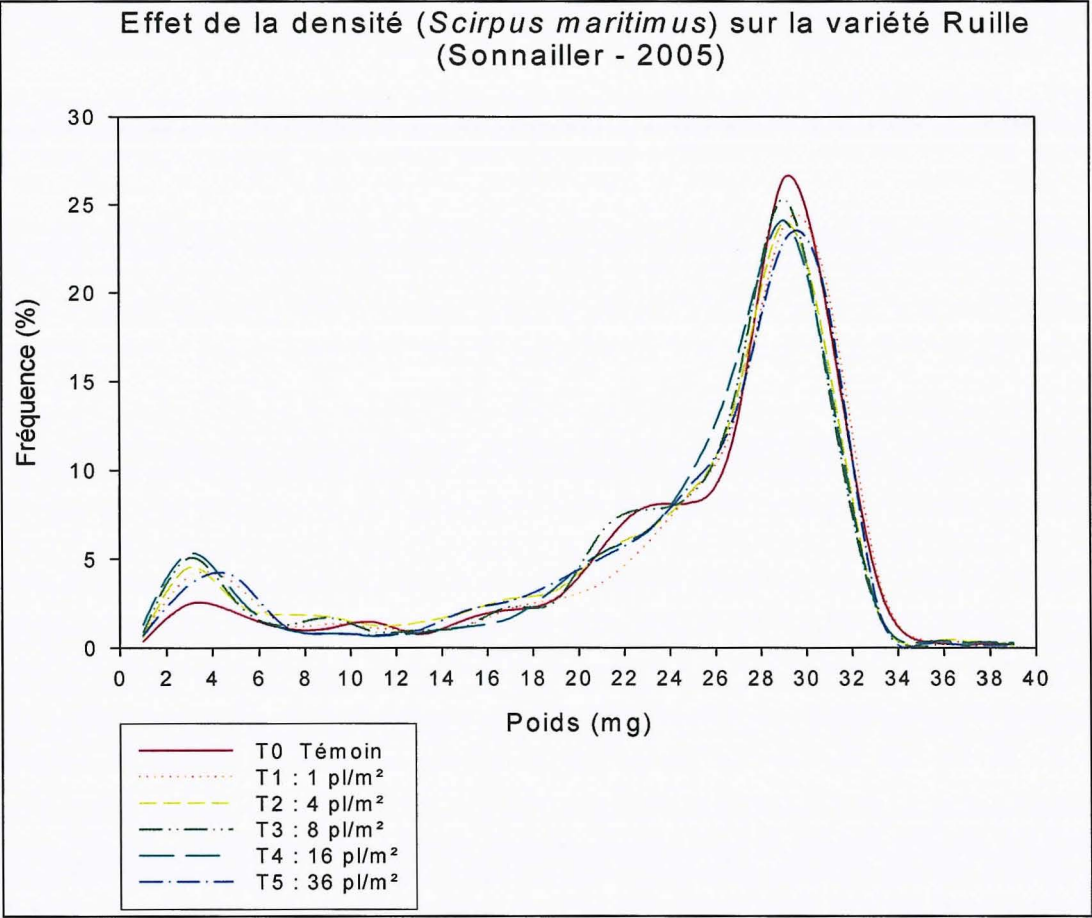


Fig 3 : Essai *Scirpus*, mas du Sonnailler



2.1.2 Résultats

Profil général des histogrammes de poids obtenus :

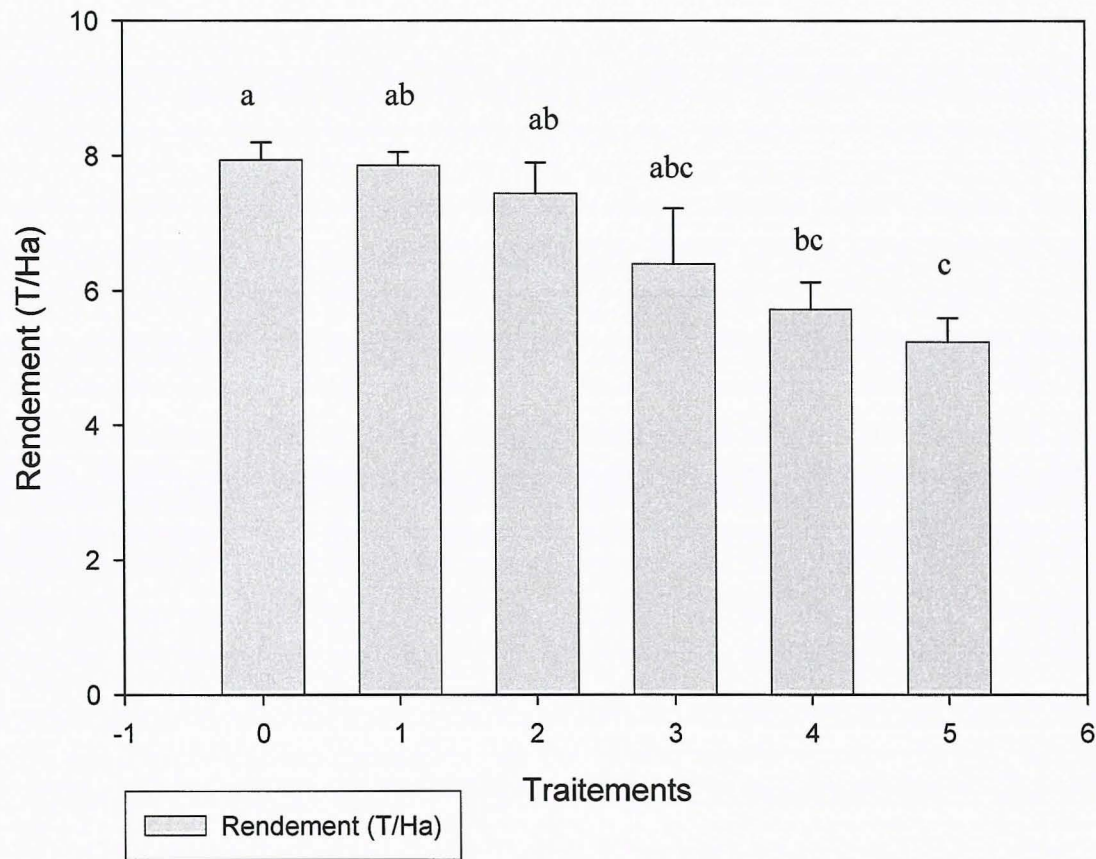


Analyse de variance sur les paramètres et interprétation :

a) Rendement observé :

L'analyse de variance sur le rendement indique un effet significatif ($P < 0,05$) au niveau des traitements (fig.4). Un test de comparaison de moyenne (Tukey) met en évidence une différence significative du rendement entre le témoin désherbé et le traitement T4 (16pl/m²). Le seuil de nuisibilité au niveau de ce paramètre se situant entre T3 et T4. (soit entre 8 et 16 pl/m²)

Fig.4 : Evolution du rendement en fonction de la densité de *Scirpus* (Sonnailler - 2005)



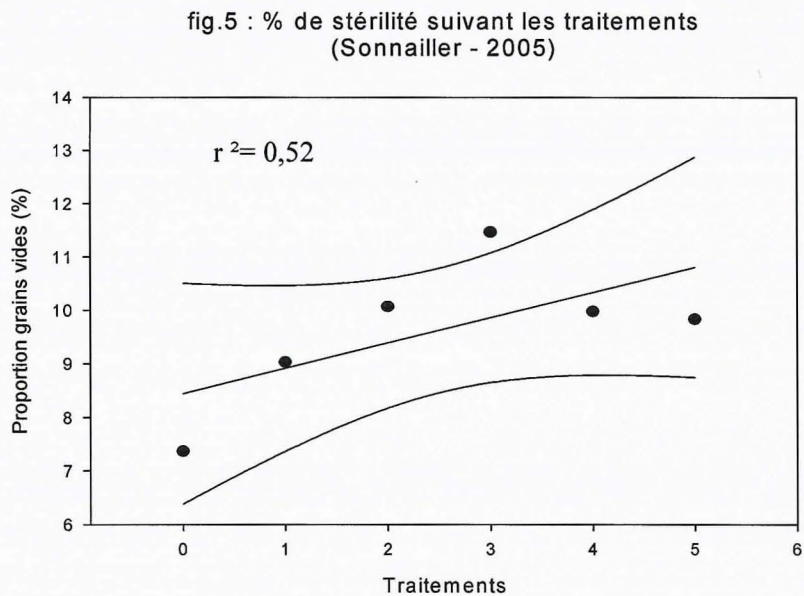
b) Stérilité des grains :

Nous ne notons pas de différences significatives entre les traitements au niveau du paramètre P1 (pourcentage de stérilité des grains).

Tableau d'analyse de variance (stérilité P1)

	ddl	SC	CM	F	Proba
Traitements	5,00	36,77	7,35	0,60	0,70
Repetitions	3,00	46,13	15,38	1,26	0,32
Var.résiduelle	15,00	183,38	12,23		
Total	23,00	266,27			

En revanche nous notons une tendance quelque peu marquée à une augmentation de la stérilité en fonction de la densité croissante d’adventice. (fig.5)

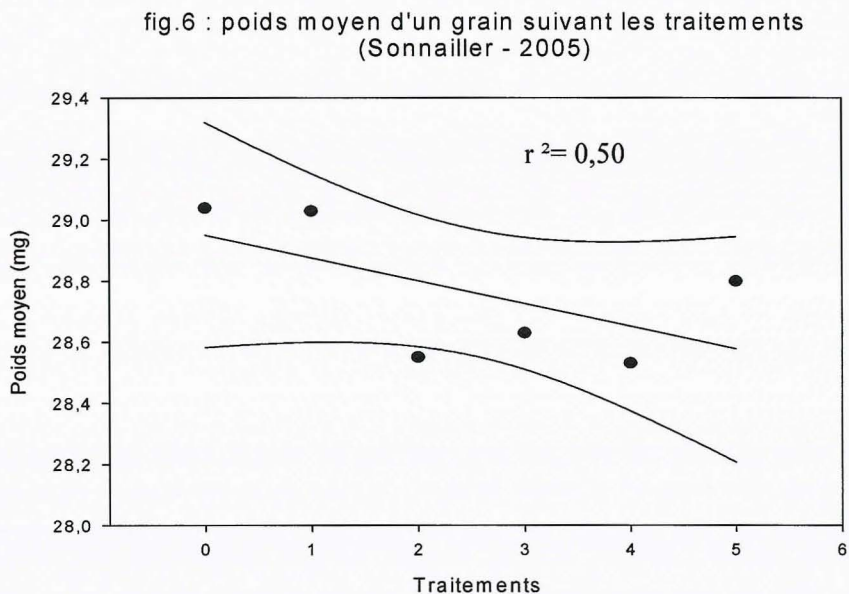


c) Poids moyen des grains pleins :

Comme précédemment, pas d’effet significatif au niveau du paramètre poids moyen des grains pleins (M3), entre traitements, mais une tendance à la baisse en fonction de la pression d’adventice. (fig.6)

Tableau d’analyse de variance
(Poids moyen M3)

	ddl	SC	CM	F	Proba
Traitements	5,00	1,05	0,21	1,18	0,36
Repetitions	3,00	0,04	0,01	0,07	0,97
Var.résiduelle	15,00	2,65	0,18		
Total	23,00	3,74			



d) Biométrie des grains :

L'analyse de variance au niveau des longueurs et largeurs de grains ne permet pas de mettre en évidence une différence de taille des glumelles. Le volume du réservoir ne varie pas, un déficit de remplissage semble expliquer cette tendance à la baisse du poids moyen des grains en fonction de la densité de *Scirpus*.

Tableau d'analyse de variance
Longueur

	ddl	SC	CM	F	Proba
Traitements	5,00	0,04	0,01	0,52	0,76
Repetitions	3,00	0,01	0,00	0,23	0,87
Var.résiduelle	15,00	0,25	0,02		
Total	23,00	0,30			

Tableau d'analyse de variance
Largeur

	ddl	SC	CM	F	Proba
Traitements	5,00	0,05	0,01	0,79	0,55
Repetitions	3,00	0,01	0,00	0,77	0,53
Var.résiduelle	15,00	0,05	0,00		
Total	23,00	0,10			

e) Autres paramètres :

Nous notons également une corrélation négative en fonction de la densité d'adventice, pour certains paramètres mesurés sur le riz au cours de son cycle de développement: nombre de talles, taux de matière sèche et LAI, au stade initiation paniculaire (fig.7 a,b,c).

Toutefois, l'analyse de variance et les tests de moyenne effectués sur ces paramètres ne mettent pas en évidence de différence significative entre traitements.

fig.7 a : Nombre de talles à IP en fonction des traitements
(Sonnailler - 2005)

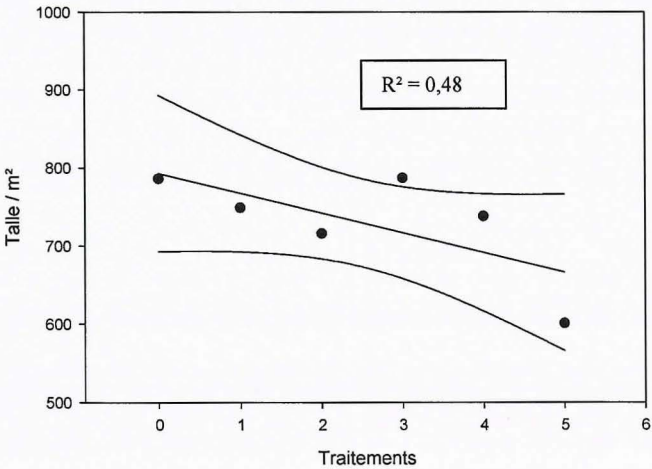


fig.7b : Taux de matière sèche à IP en fonction des traitements
(Sonnailler - 2005)

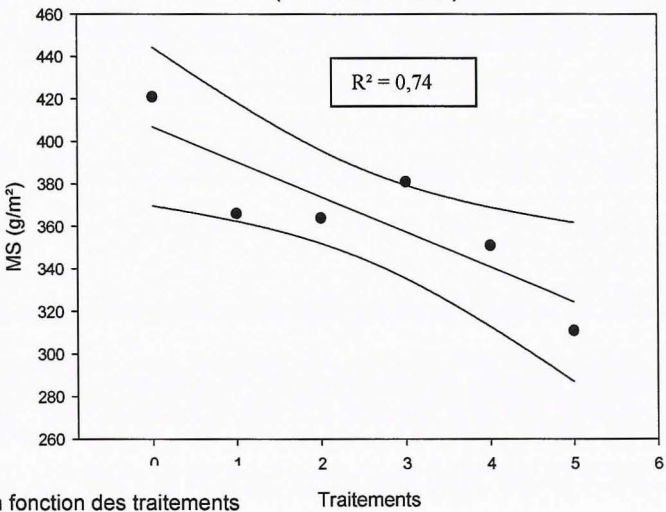
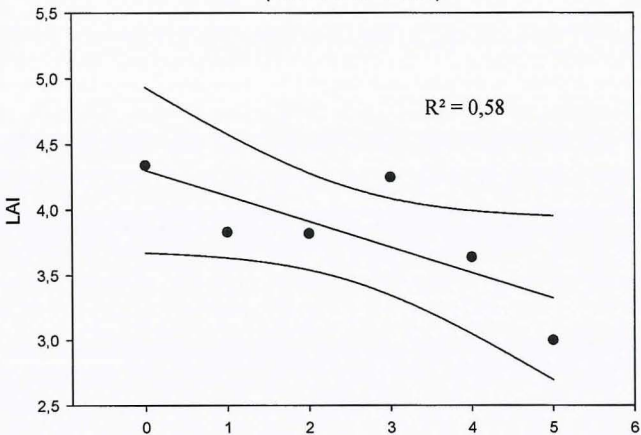


fig.7c : Evolution du LAI à IP en fonction des traitements
(Sonnailler - 2005)



Nous avons vérifié, comme pour l'année passée avec *Echinochloa*, s'il existait un stade de développement au cours duquel, l'adventice rentrait davantage en compétition avec le riz.

→ L'année précédente avait montré qu'*Echinochloa* exerçait une forte compétition (à densité égale) agissant principalement sur l'aspect remplissage du grain (M3) tout au long du cycle cultural, de l'initiation paniculaire (IP) jusqu'au stade floraison (Flo) compris. Nous avons de fortes corrélations entre M3 et les différentes variables mesurées sur l'adventice.

N'ayant aucune hypothèse de normalité sur les variables étudiées, nous avons donc testé les corrélations éventuelles pour *Scirpus*, à l'aide du test de Kendall.

	p1	m3	Talle IP	MS IP	LAI IP	Talle Flo	MS Flo	LAI Flo
p1	1							
m3	0,13	1						
Talle IP	0,07	-0,19	1					
MS IP	-0,07	-0,01	0,92	1				
LAI IP	0,18	0,07	0,83	0,82	1			
Talle Flo	0,32	-0,13	0,71	0,62	0,67	1		
MS Flo	0,26	-0,11	0,49	0,38	0,58	0,86	1	
LAI Flo	0,22	-0,15	0,66	0,62	0,73	0,91	0,80	1

en gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha=0,05$ (test bilatéral)

Ici, le résultat de ces analyses nous montre qu'il n'y a pas de corrélation significative entre le paramètre estimé M3 et les différentes variables mesurées sur l'adventice. On ne peut expliquer les variations de poids ou de stérilité par l'influence des paramètres physiologiques mesurés sur *Scirpus*. L'adventice apparaît nettement moins invasive qu'*Echinocloa*, et entre beaucoup moins en compétition sur le développement du riz face aux ressources minérales, et interception lumineuse.

Toutefois, malgré la non significativité au niveau de ces variables, nous avons essayé de préciser à l'aide de régressions, à quel stade de développement *Scirpus* exerçait le maximum de compétition sur le riz. Nous enregistrons ainsi une corrélation négative systématiquement plus marquée au stade initiation paniculaire (IP) pour l'ensemble des variables agronomiques mesurées (fig.8 a,b,c). Cela suggère que la compétition exercée par *Scirpus* serait davantage perceptible au stade IP, mais encore une fois, il ne s'agit que d'une tendance.

fig.8a : Corrélation entre le nombre de talles du riz et de scirpus suivant le stade de développement

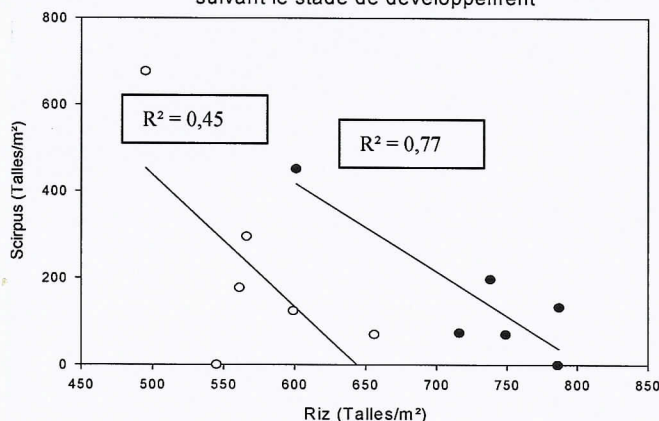


fig.8b: Corrélation entre taux de matière sèche du riz et de Scirpus suivant le stade de développement

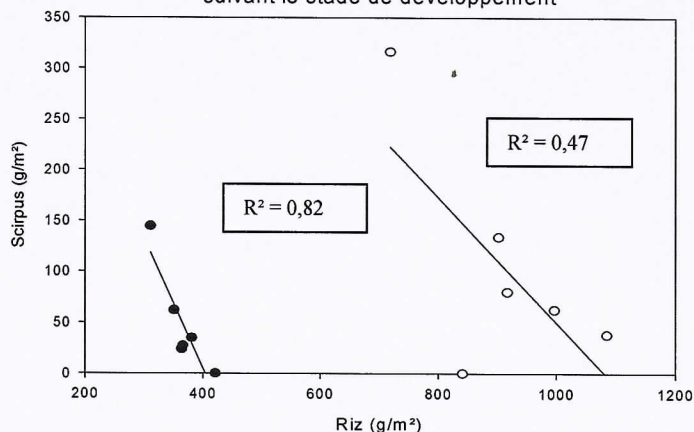
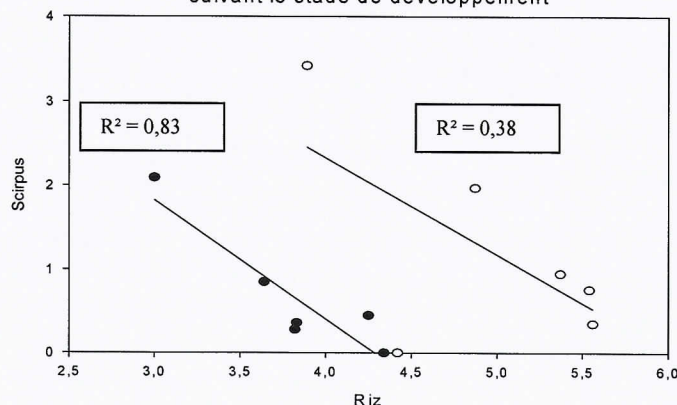
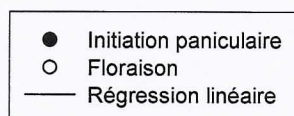


fig.8c : Corrélation entre le LAI du riz et celui de Scirpus suivant le stade de développement



2.1.3. Conclusions

Cette seconde année sur l'étude de l'enherbement des rizières, nous montre que *Scirpus maritimus*, adventice très répandue en Camargue, considérée comme espèce nuisible vis-à-vis du riz, ne l'est peut être pas autant que l'on pourrait le craindre d'un point de vue physiologique.

En effet, ces résultats montrent nettement que cette espèce est moins compétitive que l'adventice *Echinochloa Crus-Galli* étudié l'année passée, à densité égale dans la parcelle.

Bien que nous décelons une **baisse du rendement significative entre 8 et 16 plantes /m²** (résultat important d'un point de vue agronomique), le reste des variables étudiées en est bien moins affecté.

Ainsi, au cours de cette étude, **nous n'avons pas mis en évidence de différences significatives quelque soit le traitement, au niveau du pourcentage de stérilité des grains (P1) et de leurs poids moyens (M3)**. Au mieux, **nous avons pu en dégager des tendances** qui tendent à montrer que plus la densité d'adventice augmente, plus le pourcentage de grains vides augmente, cela s'accompagnant d'une diminution du poids des grains. Cette variation de poids apparaît être reliée à un **déficit de remplissage du réservoir** (grains) dont le volume ne varie pas, comme le montrent les analyses biométriques effectuées. Globalement, ces résultats vont dans le sens des effets enregistrés avec *Echinochloa* l'année passée, mais à la différence que ceux-ci étaient fortement significatifs.(notamment pour le remplissage du grain)

Les autres variables agronomiques mesurées, comme le nombre talles/m², le LAI et le taux de matière sèche chez le riz, **semblent être affectées négativement suivant le niveau de densité d'adventices**. Cela traduit tout de même une certaine compétition par rapport aux ressources du milieu de *Scirpus* vis-à-vis du riz (et dans une moindre mesure avec la lumière si l'on regarde la corrélation moins forte avec le LAI). Ces résultats expliquent en partie les tendances que l'on peut observer au niveau d'une déficience du remplissage des grains ou une augmentation du taux de stérilité.

De plus, nous n'avons pu mettre aussi en évidence une corrélation entre le remplissage du grain (M3) et les différentes variables agronomiques mesurées sur *Scirpus* tout au long du cycle, afin de vérifier si le remplissage des grains de riz était significativement influencé par *Scirpus* et à un stade phénologique particulier, comme c'était le cas pour *Echinochloa*.

Il apparaît tout de même à la vue des résultats que ***Scirpus* semble davantage rentrer en compétition face au riz au moment du stade initiation paniculaire** plutôt qu'à floraison. (Contrairement à *Echinochloa* qui exerce sa pression tout au long du cycle, de façon significative sur ces mêmes paramètres).

Cela n'est pas si étonnant, si l'on en juge aussi par le **phyllochrone** moyen de ces espèces :

. 70.9°/jour pour *Ruile*

. 103.1 °/J pour *Scirpus* et 63.5 °/J pour *Echinochloa*, ce dernier ayant un taux de croissance très nettement supérieur à celui du riz.

***Scirpus maritimus* apparaît donc dans notre étude comme une adventice certes nuisible au niveau agronomique, provoquant une baisse importante du rendement final, mais finalement ne met pas en évidence un comportement aussi agressif qu'*Echinochloa crus-galli* sur le riz, d'un point de vue physiologique.**

Ces différences peuvent s'expliquer aussi par son architecture caractérisée par des feuilles beaucoup plus fines, et un port plus érigé qu'*Echinochloa*, lui procurant de ce fait un comportement moins nuisible pour le bon développement du riz.

La tendance des résultats obtenus est similaire à ceux de l'année passée sur la même variété testée, *Ruile*, mais avec des effets sensiblement moins marqués.

Perspective :

Il est prévu l'année prochaine de mener à nouveau cet essai dans les mêmes conditions, afin de confirmer et affiner ces résultats.

2.2. Évaluation de différents modes d'apport d'engrais organique sur la caractérisation du remplissage des grains de riz.

Cet essai mené conjointement avec J.C. Mouret a pour but d'évaluer et compléter par la méthodologie histograin, l'impact de différents modes d'apport d'engrais organiques sur parcelle cultivée en condition biologique. De notre point de vue, nous nous attacherons surtout à étudier et comparer l'élaboration du remplissage du grain, dans les conditions de la fertilisation organique. Nous essaierons de dégager des analogies ou différences de comportements, et de vérifier ou non l'efficacité de ces engrais en terme de valorisation, par rapport à la fertilisation conventionnelle étudiée l'année passée.

2.2.1. Dispositif expérimental

Caractéristiques du site

- ✦ Lieu dit : Petit Séminaire (Camargue)
- ✦ Sol de type limoneux (55,6 %) argileux (26,8 %) avec des teneurs en matières organiques de 2,53 %, en phosphore de 30,25 mg/kg, et en azote de 13,28 mg/kg (N-NH₄ : 0,74 mg/kg ; N-NO₃ : 12,54 mg/kg).
- ✦ Précédent cultural : riz. Les pailles ont été brûlées.
- ✦ Semis réalisé à la volée le 15/5 avec la variété *Arélate* (prégermé), dose : 250 kg/ha.
- ✦ Dates de fertilisation (manuellement) : fond 3/5, couverture 1 le 17/6 et couverture 2 le 14/6.
- ✦ La parcelle a été désherbée manuellement.

Le type d'engrais organique utilisé provient du même fabricant. Sa composition exacte n'a pu être renseignée.

Le dispositif dans notre étude est composé de 5 traitements répartis dans 3 blocs aléatoires complets. La surface d'une parcelle élémentaire est de 60 m² (5m*12m).

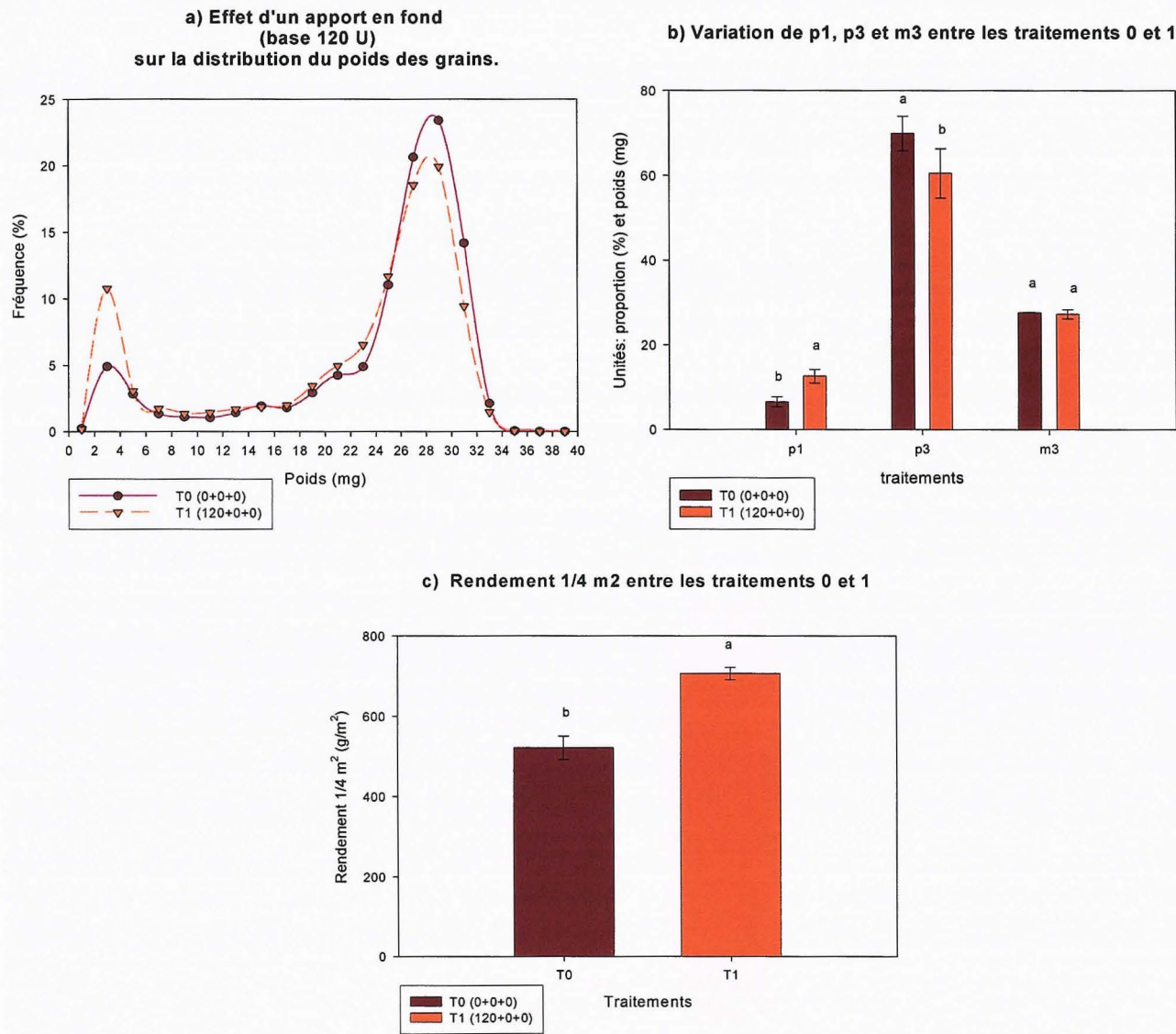
Traitements appliqués sur le site du Petit Séminaire

Traitements	Quantité d'azote apporté (kg/ha)		
	Fond	Couverture 1	Couverture 2
T0 (témoin)	0	0	0
T1 (engrais A)	120	0	0
T3 (engrais A)	60	60	0
T6 (engrais A)	40	40	40
T7 (engrais A)	0	40	40

2.2.2. Résultats

Cette première partie a pour but d'évaluer la valorisation de l'engrais suivant son mode d'apport. L'apport en fond est-il aussi bien valorisé que l'apport en couverture ? Existe une analogie de comportement avec la fertilisation minérale.. ?

Effet de l'azote apporté en fond (base 120U) par rapport au témoin



Cette première partie concerne la comparaison entre un traitement témoin (sans apport) et un traitement à fort apport d'azote en fond uniquement (120U).

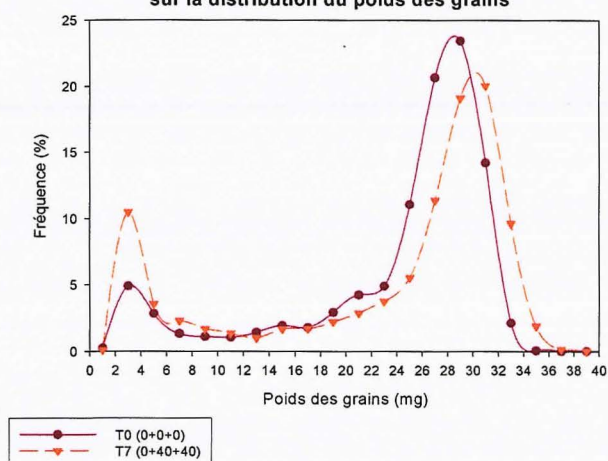
Il apparaît à la suite des tests statistiques effectués (anova + test de comparaison de moyenne au seuil $\alpha = 0,05$) que nous notons :

- Une **augmentation significative de la stérilité** s'accompagnant logiquement d'une baisse de la proportion des grains remplis, lors d'un apport en fond.
- Le poids moyen des grains est constant
- Le **rendement** 1/4 de m² est en **augmentation significative** avec l'apport en fond, pour atteindre une valeur moyenne de 700 g/m²

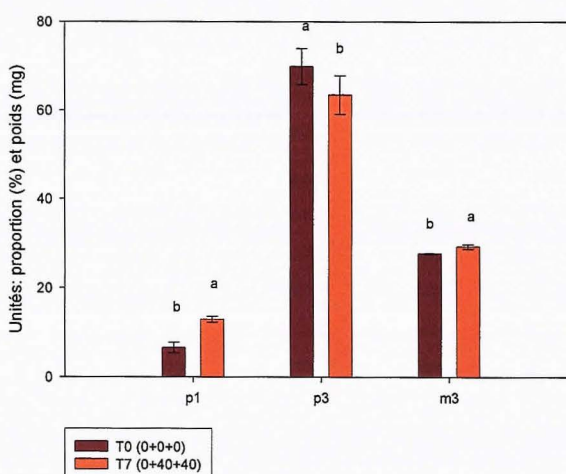
Interprétation : L'apport en fond augmente fortement le nombre d'épillets produits (=>puits). Il augmente également, mais un peu moins, le nombre de grains remplis (=>source). Le résultat est une légère carence en assimilats en fin de cycle s'exprimant par un taux plus élevé de grains vides, sans aucun effet négatif sur le rendement ou le poids moyen des grains remplis.

Effet de l'azote apporté en couverture (base 80U) par rapport au témoin

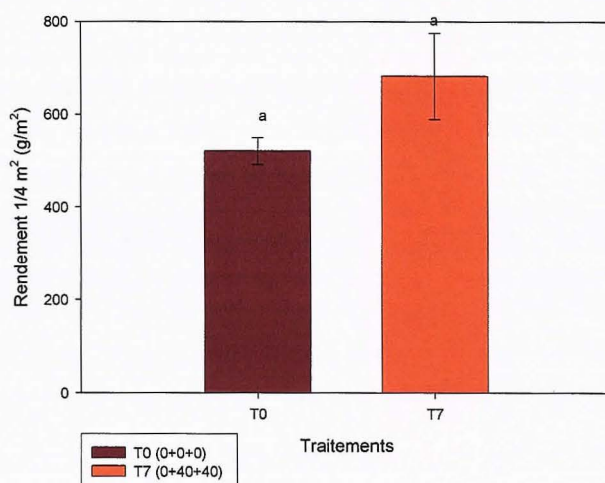
a) Effet d'un apport en couverture
(base 80 U)
sur la distribution du poids des grains



b) Variation de p1, p3 et m3 entre les traitements 0 et 7



c) Rendement 1/4 m² entre les traitements 0 et 7



Lors d'un apport en **couverture seul** (80U), nous observons comme pour l'apport en fond :

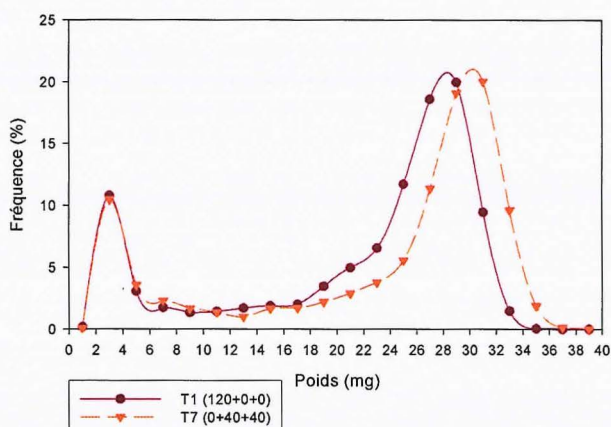
- Une **augmentation significative de la stérilité**, accompagnée d'une baisse de la proportion des grains remplis
- Une **augmentation significative du poids moyen** des grains pleins.
- Une **augmentation du rendement**, non significative ici, mais **marquée en tant que chiffres** (+1/4), atteignant quasiment le seuil de 700 g/m², soit quasi l'équivalent de la valeur enregistrée pour le traitement précédent.

À noter que nous n'avons pas enregistré de différence quant à la biométrie des grains (longueurs/largeurs) pour l'ensemble des traitements, ce qui laisse sous-entendre un meilleur remplissage du grain dans notre cas (et non de leur poids potentiel), pour le traitement apport en couverture.

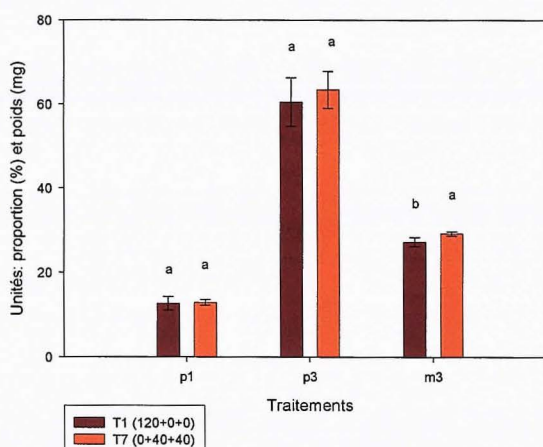
Interprétation : L'apport en couverture augmente la disponibilité en assimilats (=>source) pendant la phase de différenciation et de remplissage des épillets (entre IP et floraison). Le résultat est non seulement une augmentation de leur nombre (comme chez l'apport en fond), mais également de leur remplissage. Le taux de stérilité élevé est résultat d'un nombre excessif d'épillets produits.

Comparaison entre un apport en fond (120 U) et un apport en couverture (80 U)

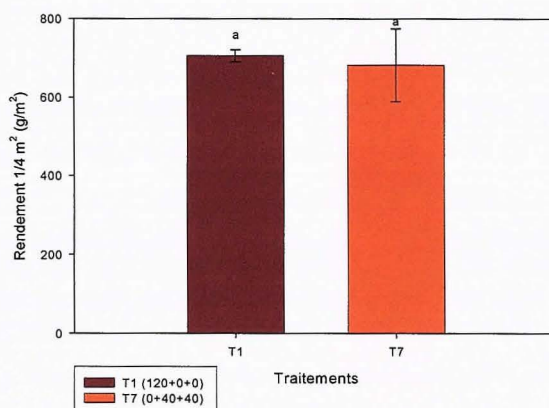
a) Comparaison d'un apport en fond (120 U) et d'un apport en couverture (80 U) sur la distribution du poids des grains



b) Variation de p1, p3 et m3 entre les traitements 1 et 7



c) Rendement 1/4 m2 entre les traitements 1 et 7



Si l'on compare finalement les deux traitements (fond et couverture) entre eux, nous pouvons remarquer que finalement nous n'avons que très peu de différence :

La proportion de grain stérile est la même, ainsi que la proportion de grain rempli. Seule une différence significative apparaît au niveau du poids moyen des grains pleins, ou l'apport en couverture semble favoriser le remplissage du grain. (Pas de différence au niveau de la biométrie des grains entre traitements)

Nous ne notons pas de différence significative au niveau du rendement entre un apport 120U en fond et un apport de 80U en couverture, soit en fait en utilisant 34% d'intrants en moins.

Ces résultats tendent à montrer que l'apport en couverture est bien mieux valorisé qu'un apport en fond car il augmente le nombre et le remplissage des grains à la fois. Ceux-ci sont tout à fait conformes à ce que nous avons mis en évidence l'année passée en fertilisation minérale.

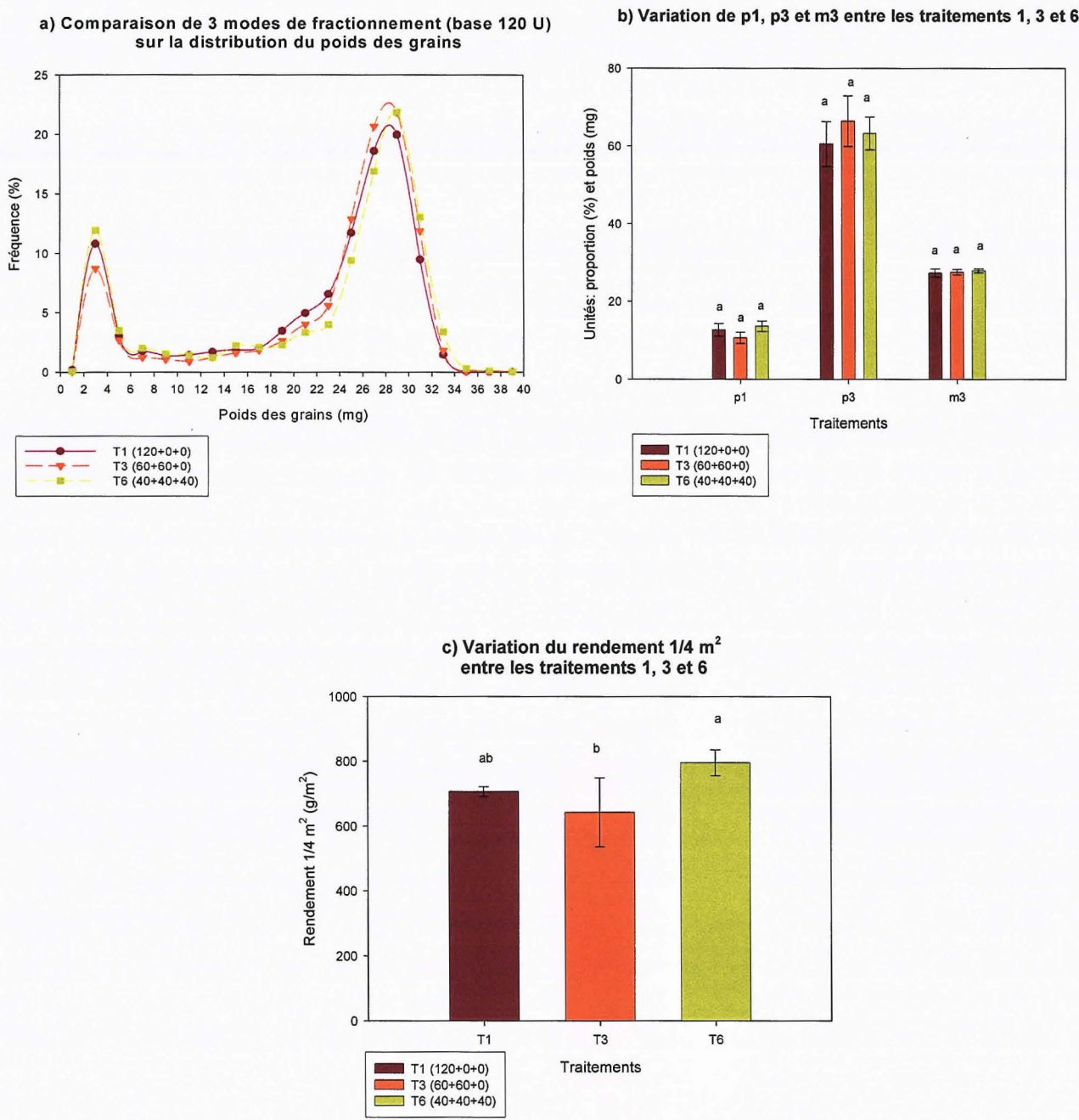
Pour rappels, les apports précoces apparaissaient mal valorisés, influençant tout de même le rendement de façon positive, mais de façon non significative, dans le cas de dose croissante incorporée (testées jusqu'à 100U).

En revanche, les apports tardifs étaient beaucoup plus marqués et affectaient de façon significative le rendement final (jusqu'à une dose seuil incorporé de 100U).

Nous obtenons une valeur double de rendement lors d'un apport en couverture seul par rapport à un apport en fond seul (sur une base commune de comparaison de 100U).

Dans les deux cas, une augmentation de la stérilité significative était enregistrée.

Effet du mode de fractionnement de l'engrais organique (base 120 U)



Dans le cas où l'on ne fait varier que le mode de fractionnement (sur une base commune d'apport, ici de 120U), la seule différence significative que l'on peut noter entre traitements se fait au niveau du rendement. Nous retrouvons ici l'effet plus marqué de l'apport en couverture sur ce paramètre. Ainsi, le traitement T6 (un fractionnement en fond + deux en couverture) semble le plus efficace.

Dans notre cas, le mode de fractionnement influence peu sur la variabilité des paramètres obtenus, comme le taux de stérilité, la proportion des grains pleins ou le poids moyen des grains, vu que nous sommes sur une base commune de fertilisant (120U) pour l'ensemble des traitements.

Nous retrouvons d'ailleurs de manière assez logique le fort taux de stérilité qu'engendre l'application d'une forte quantité d'azote, se traduisant par la forte augmentation du paramètre P1 (proportion des grains vides). Celui-ci est d'autant plus important si l'apport se fait en couverture.

Nous avons cherché à comprendre à l'aide de corrélations multiples, quels étaient les facteurs qui étaient le plus lié à cette variation de rendement dans le cas de ce fractionnement.

La meilleure corrélation a été obtenue avec l'équation suivante :

Rendement $\frac{1}{4} m^2 = -2217,493 + 3,766 \text{ Ep/pan} + 1,122 \text{ Pan}/m^2 + 73,575 \text{ m3}$
R² ajusté = 0,74

	Coef	Stdev	Std Coef	t-ratio	P
Constant	-2217,49	895,90	0,00	-2,48	0,03
Ep/pan	3,77	1,80	0,43	2,09	0,05
Pan/m2	1,12	0,32	0,88	3,53	0,01
m3	73,57	28,09	0,61	2,62	0,02

R2 = 0,84 R2 ajusté = 0,74

Bien que fortement impliqué dans le calcul du rendement, le paramètre M3 (poids moyens des grains pleins), n'est pas apparu différent suivant ce type de fractionnement.
Nous noterons aussi que le paramètre nombre de panicules/m² (Pan/m²), a une probabilité de corrélation de P=0,05 établie par analyse de variance, ce qui est à la limite du seuil de significativité statistique que nous nous sommes fixé. Cela peut s'expliquer par le fait que pour cet essai, le nombre de plantes/m² est proche de 560. Des observations réalisées par Durr (1984) et Barbier et al. (1986) montrent qu'à partir de 500 plantes /m² (ce qui est notre cas), la densité de panicules tend vers une valeur seuil. Une partie des tiges formées au tallage auraient régressé sous l'effet de la compétition intraspécifique.

Il semblerait ici que le nombre d'épillets par panicule soit le paramètre dominant expliquant le mieux cette variabilité de rendement.
Il est évident que le « poids » de ces variables peut évoluer suivant le type de fractionnement devant lequel nous nous trouvons. Il ne s'agit que d'une explication possible de la variation du rendement dans cette situation.

Remarque :

Nous pourrions imaginer que si nous avions eu en plus un traitement 120U en couverture uniquement (pour pouvoir comparer sur une même base), le paramètre m3 aurait eu davantage de poids, vu les effets que nous avons enregistrés auparavant en 3.2.2. (L'apport en couverture seul paraît favoriser le remplissage du grain. Nous observons des grains moins remplis lorsque de l'engrais en fond est associé).

2.2.3. Conclusions

Le but principal de cette étude était de vérifier par la méthodologie Histogramme, l'impact d'une fertilisation organique sur le remplissage des grains et son impact sur le rendement, et ainsi de pouvoir comparer ces résultats avec ceux obtenus en fertilisation minérale lors de la campagne précédente.

De manière générale, il apparaît clairement à travers les comparaisons effectuées, que les effets enregistrés sur les différentes variables obtenues par l'analyse des profils de remplissage, et ses relations avec le rendement, montrent **de fortes analogies avec ce que l'on a obtenu en fertilisation conventionnelle**.

Nous notons dans la première partie de l'étude concernant les effets de la modalité d'apport, que **l'apport en couverture semble être beaucoup mieux valorisé que l'apport en fond**, notamment par un gain en terme de remplissage du grain. L'apport en couverture seul montre une augmentation **significative du poids moyen des grains pleins**, due dans ce cas à un **meilleur remplissage**, après vérification par analyse biométrique des grains.(cf. 3.2.2)

De ce fait, et probablement entre autres pour une de ces raisons, nous remarquons qu'un apport en couverture en deux fois 80U, est aussi efficace qu'un apport seul de 120U en fond, en terme de rendement, ce qui représente tout de même une quantité d'intrants non négligeable en moins à apporter. (cf. 3.2.3). Nous avons remarqué l'année passée que l'apport en couverture seul (fractionné en deux fois), faisait augmenter significativement le rendement final jusqu'à une dose seuil de 100U. Au cours de cette étude, nous n'avons pu vérifier si cela pouvait être confirmé, mais cela resterait un point à étudier. En effet, nous n'avons pu tester qu'une dose maximale de 80U en couverture, mais tout porte à croire que le rendement maximal n'est pas encore atteint à cette dose au vu des tendances observées.

Aussi, **comme en fertilisation minérale, nous observons une augmentation systématique et significative de la stérilité des grains en fonction de la quantité croissante d'azote apportée**, quel que soit le mode d'apport, mais d'autant plus marquée avec les apports en couverture.

Ces résultats confortent sans surprise le fait que l'azote introduit de façon importante, provoque une forte augmentation du taux de stérilité des grains, mais au bénéfice d'une augmentation du rendement final de la culture.

À savoir maintenant quel est le mode de fractionnement le plus efficace ??

Dans le cadre de cette étude, le fractionnement en trois fois (un apport en fond, deux apports en couverture), semble le plus efficace (cf.3.2.4), du fait de la bien meilleure valorisation de l'engrais en couverture, et de son impact favorable sur les composantes du rendement.

Pour une quantité égale d'engrais incorporée entre, nous n'avons **pas observé de différence significative au niveau du remplissage ou taux de stérilité des grains suivant le mode de fractionnement**.

Le mode de répartition de l'engrais, à dose totale équivalente, paraît davantage agir sur des composantes comme le nombre d'épillets/panicule, intervenants sur le rendement final.

Nous noterons que des résultats obtenus (non présenté) montre aussi que le rendement et les paramètres extraient de l'analyse histogramme (P1, M3) ne sont pas significativement différent, entre un traitement 40.40.40 et 0.40.40, donc avec ou sans apport en fond. (Résultats similaires en fertilisation minérale)

On pourrait légitimement se poser la question de savoir si l'apport en fond est réellement indispensable ? Nous ne pourrions répondre à cette question à notre niveau sans avoir répété l'expérimentation d'une part, et surtout sans avoir intégré la dimension socio-économique d'une telle gestion au niveau de l'exploitant. Dans tous les cas, il s'agit bien de concilier la juste quantité d'azote et au bon moment !

Cette expérimentation sur la fertilisation organique à travers l'étude complémentaire des histogrammes de remplissage et des variables agronomiques, nous amène à confirmer l'efficacité des engrais organiques face aux engrais minéraux, notamment en terme de biodisponibilité par la plante. Les engrais organiques semblent avoir une vitesse de minéralisation très semblable aux engrais minéraux et de ce fait peuvent mettre rapidement de l'azote à disposition pour la plante.

Cela présente une perspective intéressante pour la riziculture biologique, voire une alternative écologique viable pour la gestion du milieu camarguais. Des questions restent encore en suspend et à préciser comme entre autres les quantités optimales à appliquer...